

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-339731

(P2002-339731A)

(43) 公開日 平成14年11月27日 (2002. 11. 27)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I           | テーマコード(参考)        |
|---------------------------|-------|---------------|-------------------|
| F 0 1 N 3/02              | 3 2 1 | F 0 1 N 3/02  | 3 2 1 E 3 G 0 9 0 |
|                           | 3 0 1 |               | 3 0 1 E 3 G 0 9 1 |
| B 0 1 D 46/42             |       | B 0 1 D 46/42 | B 4 D 0 4 8       |
| 53/94                     |       | B 0 1 J 19/08 | E 4 D 0 5 8       |
| B 0 1 J 19/08             |       | F 0 1 N 3/08  | C 4 G 0 7 5       |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-148779(P2001-148779)

(22) 出願日 平成13年5月18日 (2001. 5. 18)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 澤田 明宏

神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1

三菱重工業株式会社基盤技術研究所内

(72) 発明者 田浦 昌純

神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1

三菱重工業株式会社基盤技術研究所内

(74) 代理人 100099623

弁理士 奥山 尚一 (外2名)

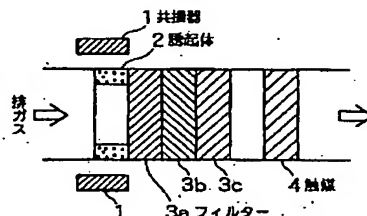
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジン排ガスの処理方法およびその装置

(57) 【要約】

【課題】 エンジン排ガス中に含まれる黒鉛微粒子等を、浄化処理するのに好適な排ガスの処理方法を提供する。

【解決手段】 エンジンから排出される排ガスの処理装置であって、排ガスの流れ方向に対して前流側に設けられ、外部発振器からのマイクロ波を装置内部に共振させる、共振器と、該共振器の近傍に備えられ、該共振器からのマイクロ波によってプラズマを発生させる、プラズマ誘起体と、該プラズマ誘起体の後流であり且つプラズマ発生領域内に設けられ、排ガス中の黒煙微粒子を捕集する、フィルターと、を含むことを特徴とするエンジン排ガスの処理装置、並びに、エンジン排ガスの処理方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンから排出される排ガスの処理装置であって、  
排ガスの流れ方向に対して前流側に設けられ、外部発振器からのマイクロ波を装置内部に共振させる、共振器と、  
該共振器の近傍に備えられ、該共振器からのマイクロ波によってプラズマを発生させる、プラズマ誘起体と、  
該プラズマ誘起体の後流であり且つプラズマ発生領域内に設けられ、排ガス中の黒煙微粒子を捕集する、フィルターと、を含むことを特徴とするエンジン排ガスの処理装置。

【請求項2】 前記フィルターが、少なくとも2以上の異なる細孔径を有するフィルターの組合せからなることを特徴とする請求項1記載のエンジン排ガスの処理装置。

【請求項3】 前記フィルターの後流側、又は前記プラズマ誘起体の前流側に、さらに加えて、脱硝触媒が備えられていることを特徴とする請求項1又は2に記載のエンジン排ガスの処理装置。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の処理装置に、エンジンから排出される排ガスを連続的に供給し、前記共振器からは間欠的にマイクロ波を発信してプラズマを生じさせる処理方法であって、  
供給される排ガス中から黒鉛微粒子を捕集してフィルター上に蓄積する工程と、黒鉛微粒子の蓄積したフィルターにプラズマを発生させて該黒鉛微粒子を焼却処理する工程と、を含むことを特徴とするエンジン排ガスの処理方法。

【請求項5】 請求項1～3のいずれかに記載の処理装置に、エンジンから排出される排ガスを連続的に供給し、前記共振器から連続的にマイクロ波を発信してプラズマを生じさせる処理方法であって、  
フィルター上に蓄積する黒鉛微粒子と、排ガス中の窒素酸化物と、を同時に処理することを特徴とするエンジン排ガスの処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エンジン排ガスの処理方法およびその装置に関し、さらに詳しくは、ディーゼルエンジン（軽油や重油）やガスエンジン（都市ガス原料）等のエンジン排ガス中に含まれる黒鉛微粒子等を、浄化処理するのに好適な排ガスの処理方法およびその装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、ディーゼルエンジンから排出される黒煙微粒子(PM)と窒素酸化物(NOx)による環境汚染の深刻化に伴い、多くの国でディーゼル排ガス規制の強化が段階的に進められてきた。DPF(Diesel Particulate Filter:ディーゼル微粒子除去フィルター)はPMを低減

するのに、有効な技術の1つである。ディーゼルエンジンはPMのみならずNOxの低減も必要とし、排ガスの後処理システムは複雑化している。ディーゼルエンジンは燃費性能および耐久性に優れているため、動力源として特に産業上重要な地位を占めている。環境面ではその排ガスに含まれる炭化水素(HC)およびCOが少ない反面、発ガン性が疑われる有害物質のPMや大気汚染の原因であるNOxの発生量が多い。

【0003】一方、一般にはDPFの素材としては、コーゼライト( $2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ )又はSiC材料を用いることができる。DPFの再生には、電気ヒータでDPFを直接加熱しPM等を燃焼する方法がある。この方法によれば600℃程度から燃焼が起こるが、PMも燃焼し始めると、さらに高温の1000℃以上に上昇してしまい、材料の極めて高い耐熱性が要求される。この点、高価なSiCであれば耐熱性に優れるので、DPF材料として用いることができる。しかし、他の材料では、600℃～1000℃付近までなる高温条件下では、劣化してしまい使用に耐えられない。また、このような方法では、エネルギー的にロスが多く、効率的な排ガス処理方法が望まれていた。

【0004】他方、排ガス中に含まれる窒素酸化物等については、別途、脱硝触媒等の装置を設けて、浄化処理することが必要であった。よって、排ガスを無害化するには処理装置が複雑化するのは避けられず、簡略化可能は処理方法や装置が待望されていた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明者らは、上記問題点を鑑み、燃焼排ガス中に含まれる黒鉛微粒子や窒素酸化物等を高効率に捕集し、無害化するように処理する方法、さらに装置全体の処理効率向上および運転効率の向上を可能とする処理方法を開発すべく、鋭意検討した。その結果、本発明者らは、特定のプラズマ誘起体を設置した箇所にマイクロ波を照射することにより効果的にプラズマを発生させ、このプラズマによってフィルター上に捕捉した黒鉛微粒子等を処理することによって、かかる課題が解決されることを見出した。本発明は、かかる見地より完成されたものである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明は、エンジンから排出される排ガスの処理装置であって、共振器とプラズマ誘起体とフィルターとを含むことを特徴とするエンジン排ガスの処理装置を提供するものである。ここで共振器は、排ガスの流れ方向に対して前流側に設けられ、外部発振器からのマイクロ波を装置内部に共振させる。プラズマ誘起体は、共振器の近傍に備えられ、該共振器からのマイクロ波によってプラズマを発生させる。フィルターは、プラズマ誘起体の後流であってプラズマ発生領域内に設けられ、排ガス中の黒煙微粒子を捕集する。前記フィルターは、黒鉛微粒子をより完全に捕

集する観点から、少なくとも2種以上の異なる細孔径を有するフィルターの組合せからなることが好ましい。また、窒素酸化物を効果的に除去する観点から、前記フィルターの後流側、又はプラズマ誘起体の前流側に、さらに加えて、脱硝触媒を備えることができる。特に、間欠的なプラズマ発生による処理を実施する場合には好ましい。

【0007】また、本発明は、上記エンジン排ガスの処理装置に、エンジンから排出される排ガスを連続的に供給し、共振器からは間欠的にマイクロ波を発信してプラズマを生じさせる処理方法であって、供給される排ガス中から黒鉛微粒子を捕集してフィルター上に蓄積する工程と、黒鉛微粒子の蓄積したフィルターにプラズマを発生させて該黒鉛微粒子を焼却処理する工程と、を含むことを特徴とするエンジン排ガスの処理方法を提供するものである。さらに、本発明は、上記エンジン排ガスの処理装置に、エンジンから排出される排ガスを連続的に供給し、前記共振器から連続的にマイクロ波を発信してプラズマを生じさせる処理方法であって、フィルター上に蓄積する黒鉛微粒子と、排ガス中の窒素酸化物と、を同時に処理することを特徴とするエンジン排ガスの処理方法をも提供するものである。

【0008】本発明では、プラズマ誘起体およびフィルター部に共に、SiC材料を用いることができるが、誘起体のみをSiC材料とすること、あるいは、共にSiC以外の材料を用いることもできる。プラズマ誘起体としてはSiC焼結体の他、例えばグラファイトブロック、粒状活性炭、導電率の高いペロブスカイト型酸化物等が挙げられる。フィルターは、共振器からのプラズマ誘起体へのマイクロ波の照射によって、プラズマが発生する領域に配置する。これはまた、排ガスの流れ方向に対して後流側にフィルターを配置することになる。フィルターの形状は特に限定されるものではなく、各装置における排ガス流路の形状によって任意に定めることができるが、例えば円柱状のフィルターやハニカム形状のフィルターを用いることができる。

【0009】本発明では、誘起体による効率的なプラズマ発生によって、フィルター部は高温に熱せられる。従来のようにフィルター部を直接加熱する方法では、高温での耐久性に極めて優れる材料を用いることが必須であったが、マイクロ波によってプラズマを高効率に発生させる本発明の方法によれば、600℃以下の300℃～600℃の範囲で黒鉛微粒子を燃焼させることができる。このように低温でも処理できるので、フィルター自体の耐熱性が少なくても足り、SiC等の高価な材料を用いなくてもよく、材料選択の余地が大幅に広がる。また、低温での処理が可能なので、黒鉛微粒子等のトラップ力、捕捉率を低下させることなく、フィルターを使用することができる。このように本発明によれば、触媒を用いずに、低温での黒鉛微粒子の燃焼処理が可能になる

という特徴がある。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明は、多孔質体フィルターに排ガス中の黒鉛微粒子(すす)を捕捉・回収させて、そのフィルター上にプラズマ発生によって該すすを燃焼処理するものである。以下、本発明に係る処理方法について、添付図面を参照しながら、その具体的な実施形態を説明する。本発明の装置では、まず、共振器1にマイクロ波が吸収される。この共振器1の部分から内部に向かって出力されるマイクロ波は、排ガスの流れ方向に沿って、後流側にその照射域が拡大する。共振器1の形状は特に限定されないが、例えばリング状の二重円筒構造、又は箱型が用いられる。その内側である近傍には、同じくリング状で内径が小さい円筒構造のプラズマ誘起体2が設置される。マイクロ波の波長としては、例えば2.45GHzを用いることができるが、水分子への吸収・加熱を防いで効率的に放電を誘起する観点からは、この波長に限定されるものではなく、誘起体に作用させて放電を生じ得る波長を幅広く用いることができる。また、出力も限定されるものではないが、例えば100～700W程度の発振器を用いることができる。

【0011】共振器1の内側に設置されたプラズマ誘起体2(SiC等)によって、マイクロ波からプラズマが誘起される。そこでプラズマが発生することによって、その後流に設けられるフィルター部3には、プラズマが発生することになる。フィルター部3は、プラズマ誘起体2と同一の材料を用いても、異なる材料を用いても良い。もし誘起体として作用する材料を用いる場合には、かかるフィルター部3においても共振器1からのマイクロ波の影響によって、フィルター部3自体でプラズマが発生させることができる。よって、フィルター部3にプラズマ誘起体を用いる場合には、すす等を捕捉する作用とプラズマを発生させる作用の2つの作用を同時に有することになる。

【0012】本発明で用いるプラズマ誘起体2が存在する中では、外部からマイクロ波を発信した場合、通常の空気中に比べて極めて少ない電力でも効果的に内部で放電が生じ、その内部で集中的・局所的に放電が生じる。ここでのプラズマ誘起体2としては、例えばグラファイトブロック、粒状活性炭、SiC焼結体の他、導電率の高いペロブスカイト型酸化物等が用いられる。誘起体の形状は何ら限定されるものではなく任意に定められるが、高コストのSiC材料等を用いる場合に効果的にプラズマを誘起する観点からは、例えば約1～10mm幅程度のリング状の形状物を用いることができる。プラズマ誘起体の作用としては、形状的に電界の集中が生じやすくなること、マイクロ波を吸収しやすいのでガス成分の電子が放出しやすくなり、放電が持続的に起こること、等が挙げられる。

【0013】排ガス中の黒鉛微粒子は、フィルター3に

捕集（トラップ）される。上記マイクロ波によってプラズマを発生させ、一定の条件を超えるとPMが燃焼し始める。これによって、すす自体を浄化することができる。これによって、すす自体を浄化することができる。他に、排ガス中に含まれる有害な物質、燃え残りの炭化水素や、一酸化炭素等も処理できる。フィルター部3の構造としては、目の粗さを変えた複数段のフィルターを設置して、粒径の大きなものから小さなものまで、確実に捕捉する構造が好ましい。また、フィルターの目の粗さによっては、PMの捕捉によって目が詰まってしまうことが考えられる。よって、目の粗さを変えた複数段のフィルターを設置する態様によれば、PM粒子の大きさによって適当なフィルターに捕捉可能であり、目が詰まる状態になりにくく、保守点検が容易となる。

【0014】それぞれのフィルター3a、3b、3cの構造は特に限定されず、排ガス流路を塞いで粒子を捕捉できればよく、例えば円柱状の構造を有し、誘起体2のように内部に空洞は造らない。フィルター3の材料としては、例えばSiC、コージュライト、シリカ、アルミナ等が用いられる。フィルター3の細孔径には、例えば約10～数10μm程度のものを用いれば、一段でも粒子をトラップ可能である。一方、1μm程度のフィルターを用いれば、殆どの粒子を捕捉することができるが、この場合には一段では目詰まりの問題がある。そこで、大きい黒鉛微粒子は前流でトラップし、徐々に後段になるに従い、徐々に異なる大きさの小さな粒子が捕捉されることによって、急激な目詰まりが生じ難くなる。この態様によれば、DPFの圧損を抑えながら殆どの粒子を略完全にトラップして、排ガス中から取り除くことができる。したがって、本発明では細孔径が大きいものから小さいものへ、複数段設置する態様が好ましい。具体的には、例えば入口側の前段3aを最も目が粗い約150～50μm程度、中段3bを30～10μm程度、後段3cを約5～1μm程度にすることができる。

【0015】次に、上記のような本発明の処理装置は、種々の方法によって排ガスを効果的に処理することができる。第一には、エンジンから排出される排ガスを連続的に供給し、前記共振器からは間欠的にマイクロ波を発信してプラズマを生じさせて処理する方法である。この場合、供給される排ガス中から黒鉛微粒子を捕集してフィルター上に蓄積する工程と、黒鉛微粒子の蓄積したフィルターにプラズマを発生させて黒鉛微粒子を焼却処理する工程と、は別個に工程を切り替えて実施することが効果的である。多孔質体であるフィルターにてPMをトラップし、一定圧力損失以上になったら、マイクロ波を照射してフィルターを加熱し、PMを燃焼させる。つまり、常時プラズマを発生させなくても、すす等が一定以上の量、トラップされた時点で、マイクロ波を照射してプラズマを発生させる。例えば1時間の内、55分間のトラップの後、5分間のプラズマ発生によってPM等の

処理を行う。これにより、焼却処理に必要とされる総エネルギー量が少なく足り、効率的に燃焼・焼却処理を行うことができる。また、吸着作用としては、一般に温度が低い方が吸着しやすく、高温ではすす等を捕捉する吸着率も低下しやすい。よって、プラズマを発生させない条件で十分なトラップを行い、その後プラズマを発生させて高温での焼却処理を一気に行うのが効率的である。

【0016】第二には、上記処理装置に、エンジンから排出される排ガスを連続的に供給し、共振器から連続的にマイクロ波を発信してプラズマを生じさせる処理方法である。この場合、マイクロ波によるプラズマ発生による排ガス処理において、フィルター上に蓄積する黒鉛微粒子と、排ガス中の窒素酸化物と、を同時に処理できる特徴がある。すなわち、PMが窒素酸化物の還元剤として作用し、PMを燃焼させると、同時に排ガス中に含まれる窒素酸化物を、窒素ガスに還元することができる。PMはカーボンなので、燃焼によって二酸化炭素になるが、その二酸化炭素の酸素を、空気中の酸素のみではなく、窒素酸化物の酸素から得るような反応も行われる。これによって、カーボンであるPMからは二酸化炭素が生成し、窒素酸化物(NOx)は窒素ガス(N<sub>2</sub>)に還元される。なお、このような作用を常時行わせるには、フィルター上あるいは内部にその反応を促進する触媒を塗布しておくことが好ましい。

【0017】本発明の処理方法においては、排ガス中にプラズマが発生する上流にて、分解助剤として、炭化水素等を添加することもできる。また、上記フィルターの後流側又は前流側には、接触還元脱硝触媒(SCR)を設置することが好ましい。これにより、排ガス中の窒素酸化物を完全に分解除去する。

【0018】

【発明の効果】本発明に係る処理方法およびシステムによれば、以下のような効果がある。導電率が著しく高い誘起体にマイクロ波を照射すると、大気圧下で、しかも低い消費電力でプラズマ(マイクロ波誘起常圧プラズマ)を発生でき、このプラズマを利用してPM等の排ガス中の成分を効率的に燃焼処理できる。また、マイクロ波誘起プラズマは排ガス処理において、PMの熱処理と同時に窒素酸化物の還元処理を可能にするので、排ガス中の有害成分を同時に無害化できる利点がある。

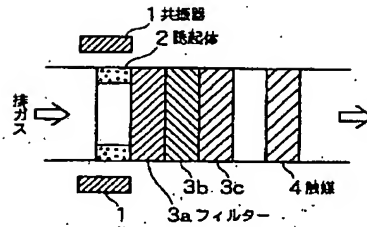
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の処理装置の概略構成を模式的に示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 共振器
- 2 誘起体
- 3 フィルター
- 4 脱硝触媒

【図1】



フロントページの続き

| (51)Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号                   | F I        | テーマコード (参考)                    |
|--------------------------|------------------------|------------|--------------------------------|
| F 0 1 N                  | 3/08                   | F 0 1 N    | 3/24 E                         |
|                          | 3/24                   |            | 3/28 3 0 1 C                   |
|                          | 3/28                   | B 0 1 D    | 53/36 1 0 3 B                  |
| (72)発明者                  | 新屋 謙治                  | F ターム (参考) | 3G090 AA02 AA04 BA01 EA02      |
|                          | 神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1    |            | 3G091 AA18 AA19 AB05 AB13 AB14 |
|                          | 三菱重工業株式会社基盤技術研究所内      |            | BA00 BA14 BA15 BA19 BA31       |
| (72)発明者                  | 江頭 誠                   |            | DB10 EA30 EA32 FB16 FC02       |
|                          | 長崎県長崎市文教町1-14 長崎大学工学部内 |            | GB01X GB10X GB17X HA16         |
| (72)発明者                  | 清水 康博                  |            | 4D048 AA06 AA14 AB02 CD05 EA03 |
|                          | 長崎県長崎市文教町1-14 長崎大学工学部内 |            | EA07                           |
| (72)発明者                  | 兵頭 健生                  |            | 4D058 JA12 JB29 MA41 MA60 NA04 |
|                          | 長崎県長崎市文教町1-14 長崎大学工学部内 |            | PA04 SA08 TA06                 |
|                          |                        |            | 4C075 AA03 AA22 AA37 AA42 BA06 |
|                          |                        |            | BD14 CA26 CA47 CA54 DA02       |
|                          |                        |            | EB41 EE01 FB03 FB04            |